

АНАЛИЗ СИЛОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РОЛТРУЗИИ

Титаренко В.О., студент гр. ММ-411, В.А. Коструб, к.т.н., доцент
Восточноукраинский национальный университет им.В.Даля, г. Луганск

Широкое применение композиционных материалов в автомобильных конструкциях различного назначения обуславливает создание более совершенных композитных структур и разработку технологических процессов для их реализации в конкретных изделиях. В этой связи значительный интерес представляют непрерывные процессы получения длинномерных стержневых изделий на основе волокнистых композитов. Причем характер их нагружения обуславливает действие нагрузки преимущественно в осевом направлении. Такого рода стержневые элементы изготавливаются, в большинстве своем, методом пултрузии, позволяющем получать длинномерные изделия с высокими скоростями изготовления.

Процесс ролтрузии - формование роликами [1] - является модификацией процесса пултрузии и отличается тем, что формующий тракт представляет собой ряд пар приводных формующих роликов, изготовленных по форме получаемого композитного стержня (рис.1).

Наиболее важным параметром ролтрузионного технологического процесса является величина усилия протягивания. Увеличение этой характеристики до определенного значения может привести к разрыву продольной арматуры и невозможности формирования изделия. В связи с этим возникает необходимость регламентирования значения усилия протягивания.

Движение жгутов основной арматуры может быть представлено совокупностью отдельных участков, на каждом из которых появляются дополнительные составляющие усилия протягивания. Распределение усилий по длине пропиточно-формующего тракта приведено на рис.1.

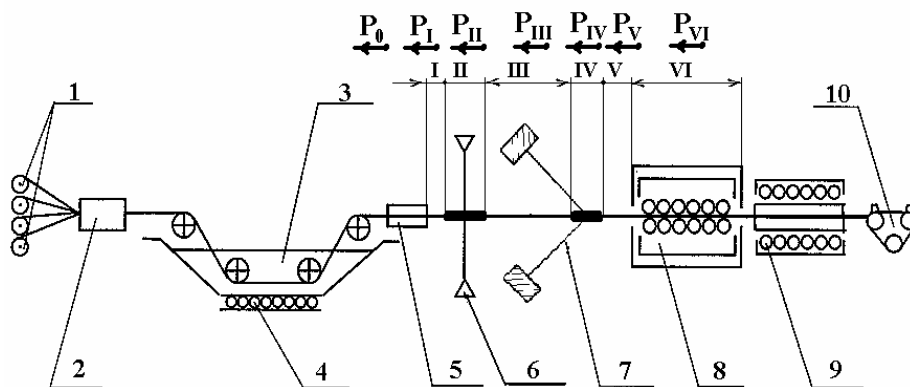


Рис. 1 Схема непрерывного технологического процесса формирования профиля методом "ролтрузии"

1 - шпулярник; 2 - распределительное устройство; 3 - пропиточная ванна; 4 - нагревательный элемент; 5 - отжимная фильера; 6 - обмоточный узел; 7 - оплеточный узел; 8 - формующие ролики; 9 - полимеризационная термокамера; 10 - протягивающее устройство)

Поступающие с бобин жгуты основной арматуры перед входом в пропиточную ванну натягиваются с определенным усилием, смачиваются связующим, подтормаживаются за счет дополнительных перегибов. В результате усилие P_0 на выходе из пропиточной ванны незначительно и составляет 10...15 Н/жгут.

Участки I, III, V характеризуются движением пропитанных связующим прямолинейных жгутов по поверхности оправки. Возникающие при этом усилия сопротивления обусловлены силами сцепления связующего и оправки, величина которых определена экспериментально с учетом температуры окружающей среды, вязкости связующего и площади контакта

$$P_I = p_0 \pi d l_1 \quad (1)$$

Усилия P_{III} и P_V определяются аналогично.

На участке II производится формирование поперечного сечения материала изделия с помощью поперечной подмотки, осуществляемой группой нитей с определенным усилием, что ведет к возникновению усилия P_{II}

$$P_{II} = \pi T_0 t d f_c + p A \quad (2)$$

На участке IV осуществляется укладка слоя перекрестных нитей на поверхность материала - оплетка. Наличие оплеточного слоя позволяет устранить нарушение структуры материала при прохождении через формующий тракт.

Особенностью формирования на этом участке является то, что обматывающая арматура натягивается под определенным углом к оси оправки и, вследствие этого,

создается дополнительное усилие сопротивления, определяемое суммой проекций усилий натяжения каждой нити на ось оправки.

$$P_{IV} = \frac{P_{nn}}{2} \cos \alpha \cos \gamma + \frac{T_0 l' \pi d_1}{2} f_{mp} + p \pi dl' \quad (7)$$

Усилие P_{VI} , противодействующее движению в ролтрузионном тракте, возникает вследствие фильтрации излишков связующего при переформировании полуфабриката из круглого в требуемое сечение.

$$P_{VI} = \int_0^x T(x) \Delta S_i \sin \theta_i dx \quad (8)$$

$$\text{где} \quad T(x_i) = \frac{\eta L_i V_{np}}{dx S_k K_{np}} \left\{ \frac{V_i S_k dx}{V_{np}} + \Delta W \right\} \quad (9)$$

Задавая форму проходного сечения $S(x)$ и используя метод итераций, можно определить усилие P_{VI} , а, следовательно, и полное усилие протяжки P_Σ

$$P_\Sigma = \sum_{i=1}^6 P_i \quad (11)$$

Сопоставляя величину усилия протяжки с суммарной прочностью жгутов армирующего материала на разрыв, можно сделать вывод о возможности реализации процесса формования. В случае, если величина P_Σ превышает суммарную прочность арматуры, необходимо увеличить степень наполнения по основной арматуре.

Литература

1. Коструб В.А., Бакст Е.Е. Ролтрузия - прогрессивный метод изготовления профилей из КМ//Матер.конф. "Физико-химические и механические процессы в композиционных материалах и конструкциях". - Москва: ВИМИ.-1996.-с.75-76.
2. Лыков А.В. Тепломассообмен. - М.: Энергия.-1972.-560 с.
3. Щербаков В.Т., Муратов В.М., Жовнер Б.А., Просветова Л.А. Изготовление длинномерных профилей из углепластика пултрузией // Авиационная промышленность. - 1987.-№6.-с. 50-51.